








## Process for producing tubes of copper or copper-alloy

**Patent number:** EP0644272  
**Publication date:** 1995-03-22  
**Inventor:** HAEUSLER KARL-HEINZ (DE); STINNERTZ HORST (DE); SCHREY WILFRIED DIPL-ING (DE); KALKENINGS PETER DIPL-ING (DE)  
**Applicant:** MANNESMANN AG (DE)  
**Classification:**  
- international: C22F1/08  
- european: B21B21/00B; B21B45/00H; C21D9/08; C22F1/08  
**Application number:** EP19940250225 19940912  
**Priority number(s):** DE19934332135 19930917

**Also published as:**

 FI944312 (A)  
 EP0644272 (A)

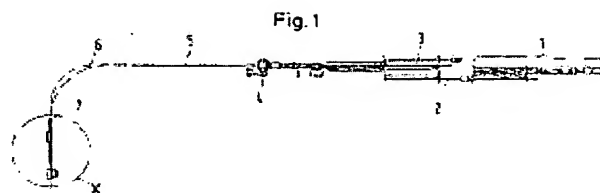
**Cited documents:**

 GB2202780  
 DE3146284  
 DE1286761  
 BE878482  
 GB1087689

**Report a data error he**

**Abstract of EP0644272**

The invention relates to a process for producing tubes of copper or copper alloy by cold pilger rolling, the cyclically nonuniform feed/exit speed of the rolled tube being converted in a buffer zone to a constant delivery speed. After being subjected to cold pilger rolling, the tube, which is held against torsion and delivered at constant speed, is subjected to on-line recrystallisation annealing.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

**BEST AVAILABLE COPY**



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 644 272 A2**

12

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 94250225.3

51 Int. Cl.<sup>6</sup>: C22F 1/08

22 Anmeldetag: 12.09.94

30 Priorität: 17.09.93 DE 4332135

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
22.03.95 Patentblatt 95/12

84 Benannte Vertragsstaaten:  
AT DE FR GB IT

71 Anmelder: **MANNESMANN Aktiengesellschaft**  
**Mannesmannufer 2**  
**D-40213 Düsseldorf (DE)**

72 Erfinder: **Häusler, Karl-Heinz**  
**Lievensteg 5**  
**D-41352 Korschenbroich (DE)**  
Erfinder: **Stinnertz, Horst**  
**Knicksdorf 89**  
**D-47877 Willich (DE)**  
Erfinder: **Schrey, Wilfried, Dipl.-Ing.**  
**Carl-von-Ossietzky-Strasse 8**  
**D-41747 Viersen (DE)**  
Erfinder: **Kalkenings, Peter, Dipl.-Ing.**  
**Tittardsfeld 7**  
**D-52072 Aachen (DE)**

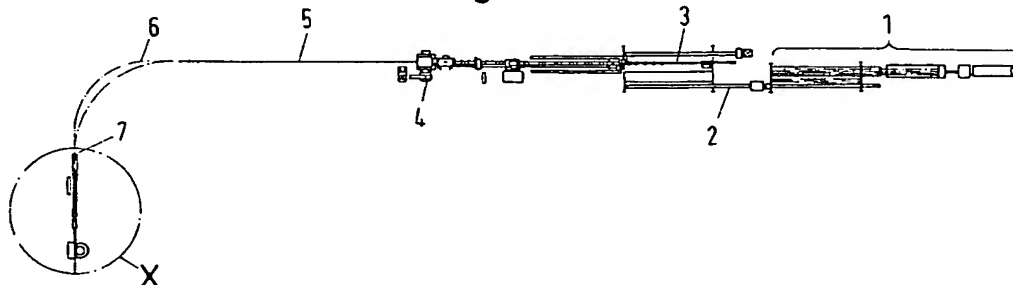
74 Vertreter: **Meissner, Peter E., Dipl.-Ing. et al**  
**Meissner & Meissner,**  
**Patentanwaltsbüro,**  
**Hohenzollerndamm 89**  
**D-14199 Berlin (DE)**

54 Verfahren zum Herstellung von Rohren aus Kupfer oder Kupferlegierungen.

57 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen von Rohren aus Kupfer oder Kupferlegierungen durch Kaltpilgerwalzen, wobei die zyklisch ungleichmäßige Vorschub-/Austrittsgeschwindigkeit des ausgewalzten Rohres in einer Pufferzone in eine kon-

stante Auslaufgeschwindigkeit umgewandelt wird. Das gegen Torsion gehaltene und mit konstanter Geschwindigkeit auslaufende kaltgepilgerte Rohr wird On-line-rekristallisationsgeglüht.

Fig.1



EP 0 644 272 A2

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Anlage zum Herstellen von Rohren aus Kupfer oder Kupferlegierungen durch Kaltpilgerwalzen eines Hohlkörpers in einem Walzwerk mit hin- und hergehendem Walzgerüst mit darin befindlichen zwangsangetriebenen kalibrierten Walzen mit absatzweisem Vorschub und/oder Drehung des Rohres im Bereich eines oder beider Totpunkte, bei dem die zyklisch ungleichmäßige Vorschub-/Austritts-Geschwindigkeit des ausgewalzten Rohres in einer Pufferzone in eine konstante Auslaufgeschwindigkeit umgewandelt wird und das Rohr in eine mit konstanter Geschwindigkeit arbeitenden Treibapparat gegen Torsion gehalten wird.

Ein Verfahren und eine Anlage zum Herstellen von Kupferrohren der eingangs beschriebenen Art ist in der DE 31 46 284 C2 beschrieben. Ziel des vorbekannten Verfahrens ist es, auf einer gattungsgemäßen Anlage Rohre großer Längen zu Walzen. Insbesondere bei der Herstellung von Kupferrohren aus stranggepreßten oder schräggewalzten Blöcken ergeben sich große Rohrlängen, weil der Einsatz großer Blockgewichte die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens steigert. Große Blockgewichte bedeuten aber auch Rohrlängen hinter dem Kaltpilgerwalzwerk von bis zu 250 Metern. Die bekannte Patentschrift löst das Problem, das sich daraus ergibt, daß beim Kaltpilgern von Rohren zyklisch stark unterschiedliche Geschwindigkeiten am Auslauf des Walzwerkes entstehen dadurch, daß diese zyklischen Geschwindigkeiten ausgeglichen werden und die Torsion des beim Pilgerwalzverfahren gedrehten Rohres unterhalb der Fließgrenze bleibt, obwohl das Rohr festgehalten wird. Dadurch lassen sich auch große Rohrlängen handhaben, beispielsweise durch Aufcoilen.

Das vorbekannte Verfahren läßt sich problemlos für stranggepreßte oder schräggewalzte Luppen einsetzen, die infolge der vorgenommenen Warmverformung beim Pressen oder Walzen und anschließendes Abschrecken ein feinkörniges Gefüge aufweisen. Die Herstellung von Kupferrohren aus schräggewalzten, insbesondere aber aus stranggepreßten Luppen ist aber teuer und aufwendig. Der Energieaufwand zum Aufwärmen des Blockes ist erheblich, das Einsatzgewicht der Blöcke ist durch die Größe der Strangpressen beschränkt, verwendet man Strangpressen mit höheren Preßkräften bzw. Blockgewichten, so werden diese unverhältnismäßig teuer.

Es ist bereits vorgeschlagen worden, statt stranggepreßte oder schräggewalzte Blöcke stranggegossene Vormaterialien, beispielsweise stranggegossene Hohlkörper direkt einzusetzen, wodurch das Blockerwärmen und Pressen und damit der Einsatz der Strangpresse entfällt. Der Einsatz von stranggegossenen Hohlkörpern hat aber den Nachteil, daß der Stranggußquerschnitt ein grob-

körniges Gußgefüge aufweist, das erst nach einer ersten Kaltumformung des Hohlkörpers und durch anschließendes Rekristallisationsglühen in ein feinkörniges Gefüge umgewandelt werden kann. Fehlende oder unzureichende Rekristallisation führt zwangsläufig zu Fehlern bei der Kaltweiterverarbeitung durch Ziehen oder dergleichen.

Dem Fachmann ist bekannt, daß Glühtemperatur und Glühdauer zum Rekristallisieren des Gefüges in einem bestimmten Verhältnis zueinander stehen müssen, wenn man ein gleichmäßig feinkörniges Gefüge mit möglichst kleinen Körnern erreichen will.

Aus der DE 38 10 261 ist ein Verfahren bekannt geworden, bei dem stranggegossene Hohlkörper im Pilgerwalzverfahren verformt werden, wobei die beim Umformen entstehende umformwärme zur Rekristallisation des Gefüges verwendet wird. Der bekannte Stand der Technik erwähnt zwar das Pilgerwalzen, stellt jedoch als besonders günstig das Schrägwalzverfahren zum Umformen des Hohlkörpers zum Rohr heraus, was verständlich ist, wenn man weiß, daß Schrägwalzverfahren schlechtere Umformwirkungsgrade haben als Pilgerverfahren. Im vorliegenden Fall bedeutet ein schlechterer Umformwirkungsgrad das Entstehen höherer Umformwärme, die zur Rekristallisation des Gefüges verwendbar ist. Es hat sich aber gezeigt, daß das Pilgerwalzverfahren wegen des besseren Umformwirkungsgrades nicht geeignet ist, die Rekristallisation herbeizuführen, mindestens jedoch nicht sicherstellen kann, daß die Rekristallisation an jeder Stelle des Rohrquerschnittes im gleichen Maße stattfindet. Der Stand der Technik gemäß der DE 38 10 261 berücksichtigt dies zwar, indem ein Vorwärmen des Hohlkörpers vor Umformung im Pilgerwalzwerk vorgenommen wird, doch bedeutet das einen zusätzlichen Energieeinsatz, mit dem trotzdem eine gleichmäßige Rekristallisation nicht sicherzustellen ist. Das liegt besonders daran, daß Schmier- und Kühlmittel beim Walzen die Erwärmung teilweise kompensieren, und zwar gewöhnlich ungleichmäßig.

Die auf diese Weise hergestellten Vorrohre haben ein ungleichmäßig rekristallisiertes Gefüge mit kleinen und großen Körnern und Resten der Gußstruktur. Dem Fachmann ist bekannt, daß bei einer anschließenden Kaltweiterverarbeitung die erreichbare Streckung durch die Korngröße bestimmt wird. Ein größeres Korn schränkt die Streckfähigkeit ein, was bei der Herstellung sehr kleiner und dünnwandiger Wärmetauscherrohre z.B. der Abmessung 7 x 0,28 mm zu Reißern beim Ziehen führen kann. Der Grund liegt darin, daß durch das grobe Korn das Umformvermögen des Materials überschritten wird und an den sich bildenden Scherlinien Risse auftreten, die im weiteren Verlauf zum Abreißen des Rohres führen können. In diesen

Fällen muß noch einmal zusätzlich Zwischengeglüht werden.

Der vorteilhafte Einsatz von stranggegossenen Hohlkörpern als Vormaterial für das Pilgerwalzen von Rohren wird also durch die beim Rekristallisieren des Stranggußgefüges auftretenden Probleme beschränkt, weil das vorbekannte Verfahren - mindestens in Verbindung mit Kaltpilgerwalzwerken - nicht zu einem Gefüge führt, das für den Weiterverarbeitungsprozeß, insbesondere das Ziehen der Rohre geeignet ist.

Wie bereits erläutert, hat das Kaltpilgern einen guten Umformwirkungsgrad. Das bedeutet aber gleichzeitig eine niedrigere Walztemperatur, die, wenn nicht eine zusätzliche vorerwärmung vorgenommen wird, unterhalb der Rekristallisationstemperatur des Kupferwerkstoffes liegt. Günstigenfalls müßten die stranggegossenen Hohlkörper nach dem Kaltpilgern geglüht werden, was grundsätzlich physikalisch denkbar ist, da die aufzuwendende Energie nicht wesentlich höher ist, als die bei Umformprozessen mit schlechtem Wirkungsgrad aufzubringende Verformungsenergie. In der Physik ist es unerheblich, ob die Rekristallisationswärme durch einen schlechten Umformwirkungsgrad eines Walzverfahrens, d. h. eine höhere Antriebsleistung, oder durch ein Walzverfahren mit einem guten Umformwirkungsgrad, d. h. einer niedrigen Antriebsleistung plus zusätzlicher Erwärmung auf Rekristallisationstemperatur erzeugt wird. Allerdings würde im letzteren Fall ein eigener Ofen erforderlich werden, in dem das kaltgepilgerte Rohr ausgehend von der Walztemperatur auf Rekristallisationstemperatur erwärmt werden muß.

In einer Verfahrenslinie, die aus den Schritten Hohlstranggießen Kaltpilgerwalzen und Ziehen auf einer Trommelziehmaschine besteht, würde man zweckmäßigerweise nach dem Kaltpilgerwalzen rekristallisationsglühen. Hier fallen die Rohre entweder in geraden Längen an, die, abhängig vom Einsatzgewicht, 150 Meter und mehr betragen können, oder sie werden, wie in der DE 31 46 284 C2 beschrieben, in Linie hinter der Kaltpilgerwalzanlage gecoilt. Der Coildurchmesser beträgt im Mittel etwa 2500 mm und ist an den Trommeldurchmesser einer Trommelziehmaschine angepaßt.

Die in der Praxis bekannten Induktions-Durchlaufglühanlagen sind jedoch bei Rohrlängen von 150 Metern und mehr hinsichtlich Transport und Handling der Rohre aufwendig und teuer. Außerdem ist das Glühen in Linie hinter der Kaltpilgerwalzanlage kaum durchführbar, da die dann sehr weichen Kupferrohre durch das rückweise Drehen und Verschieben beim Kaltpilgerprozeß deformiert würden.

Ein Rekristallisationsglühen der zu Coils aufgewickelten Rohre in einem gasbeheizten Durchlaufglühöfen, wie er in Kupfer-Rohrwalzwerken zum

Weichglühen bestimmter Rohrsorten in der Regel vorhanden sind, kommt ebenfalls nicht in Betracht, weil diese Öfen üblicherweise

Coildurchmesser von 2500 mm nicht aufnehmen können. Die vorhandenen Öfen sind zum Glühen bereits gezogener und gewickelter Rohre ausgelegt, die wesentlich kleinere Coildurchmesser aufweisen. Zusätzliche Öfen auf größere Breiten auszuliegen wäre unwirtschaftlich.

Ausgehend von den beschriebenen Problemen und Nachteilen des Standes der Technik und unter Berücksichtigung des Wunsches, stranggegossene Hohlkörper zum Herstellen von Kupferrohren einsetzen zu können, schlägt die vorliegende Erfindung vor, ausgehend von dem bekannten Verfahren zum Kaltpilgern und Coilen das gegen Torsion gehaltene und mit konstanter Geschwindigkeit auslaufende kaltgepilgerte Rohr One-line rekristallisierend zu glühen. Der im Zusammenhang mit dem Erreichen größer Rohrlängen gemachte Vorschlag, das Rohr nach dem Kaltpilgern in der Linie aufzucoilen, wird zur Lösung des eingangs geschilderten Problems verwendet, die Rekristallisation von Rohren On-Line durchführen zu können. Durch diesen Vorschlag der Erfindung wird es in überraschender Weise möglich, stranggegossene Hohlkörper im Kaltpilgerwalzverfahren auszuwalzen und das bei der Walzverformung verbesserte grobkörnige Gußgefüge im Anschluß daran durch Rekristallisationsglühen feinkörnig auszugleichen. Damit wird ein Rohr erhalten, das ein über den gesamten Querschnitt gleichmäßiges Gefüge enthält und somit für folgende Ziehprozesse bestens geeignet ist.

In einer Weiterbildung des erfindungsgemäßen Vorschlages ist vorgesehen, das rekristallisationsgeglühte Rohr in an sich bekannter Weise aufzucoilen.

Eine Anlage zum Herstellen von Rohren aus Kupfer oder Kupferlegierungen durch Kaltpilgerwalzen eines Hohlkörpers in einem Walzwerk mit hin- und hergehendem Walzgerüst mit darin befindlichen zwangsangetriebenen kalibrierten Walzen mit absatzweisem Vorschub uns/oder Drehung des Rohres im Bereich eines oder beider Totpunkte, bei dem die zylindrisch ungleichmäßige Vorschub-/Austrittsgeschwindigkeit des ausgewalzten Rohres in einer Pufferzone in eine konstante Auslaufgeschwindigkeit umgewandelt wird und das Rohr in einem mit konstanter Geschwindigkeit arbeitenden Treibapparat gegen Torsion gehalten wird, ist gekennzeichnet durch die Anordnung einer Durchlaufglühvorrichtung mit anschließendem Abkühlteil im Anschluß an den mit konstanter Geschwindigkeit arbeitenden Treibapparat.

Vorzugsweise ist im Anschluß an den Abkühlteil der Durchlaufglühvorrichtung eine Coilvorrichtung für das Rohr angeordnet, der eine Trennvorrichtung für das Rohr vorgeordnet ist.

Um zu verhindern, daß beim Einlauf in den Abkühlteil der Durchlaufglühvorrichtung Flüssigkeit in das Innere des Rohres gelangt, ist nach einem weiteren Merkmal der Erfindung vorgesehen, daß der Durchlaufglühvorrichtung eine Verschlußvorrichtung für den Rohranfang vorgeordnet ist. Diese Verschlußvorrichtung kann durch einfaches Zusammenpressen den Rohranfang verschließen.

Das erfindungsgemäße Verfahren und die vorgeschlagene Anlage zeichnet sich insbesondere dadurch aus, daß mit ihr der Einsatz von Hohlstrangguß bei gleichzeitigem Erreichen eines feinkörnigen Gefüges des kaltgepilgerten Rohres möglich wird. Die Anlage zeichnet sich durch geringe Baugröße aus, teure zusätzliche Öfen für extrem lange Rohre oder groß dimensionierte Coils werden entbehrlich, so daß sich die durch den Einsatz der Hohlkörper gegebenen Vorteile auch im Rekristallisationsteil der Anlage fortsetzen.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird nachfolgend beschrieben. Es zeigt:

Fig. 1 eine Gesamtansicht der Anlage zum Herstellen der Rohre in schematischer Darstellung und

Fig. 2 den Bereich der Durchlaufglühvorrichtung in vergrößerter schematischer Darstellung.

In Figur 1 ist mit 1 der Stranggießteil der Anlage bezeichnet, die hier in viersträngiger Ausführung stranggegossene Hohlkörper erzeugt, die im Ausführungsbeispiel bei einer Länge von 22 Metern und einem Gewicht von ca. 650 kg einen Durchmesser von 85 mm und Wanddicken von 15 mm aufweisen. Die über den Transportrollgang 2 transportierten Hohlkörper werden bei 3 auf die Einlaufrinne des Kaltpilgerwalzwerkes gelegt, das bei 4 angedeutet ist. Das Kaltpilgerwalzwerk 4 reduziert den Hohlkörper auf einen Durchmesser von 48 mm und eine Wandstärke von 2,3 mm bei einer Gesamtlänge von ca. 220 Metern. Das das Kaltpilgerwalzwerk 4 verlassende kaltgepilgerte Rohr 5 wird im Auslauf über den Schlingentisch 6 geführt, der zur Elimination des zyklisch ungleichmäßigen Auslaufs des Rohres 5 aus dem Kaltpilgerwalzwerk dient. Der Treiber 7, der besser in Figur 2 erkennbar ist, hält das Rohr 5 gegen Torsion fest und führt es mit konstanter Geschwindigkeit weiter. Im Verschlußapparat 8, der auf Fahrschienen 9 mit dem Rohranfang mitlaufend ausgeführt ist, wird der Rohranfang des Rohres 5 verschlossen, damit in der nachfolgenden Durchlaufglühvorrichtung mit Abkühlteil kein Wasser in das Rohr gelangen kann. Treiber 10 und 11 transportieren das Rohr 5 durch die Durchlaufglühvorrichtung, die bei 12 angedeutet ist und deren Abkühlteil mit 13 bezeichnet ist. Innerhalb der Durchlaufglühvorrichtung erfolgt die Rekristallisation des Rohres 5 bei entsprechender

Temperatur und anschließend wird das Rohr im Abkühlteil 13 mit Wasser abgeschreckt.

Eine am Auslauf der Durchlaufglühvorrichtung 12 vorgesehene fliegende Trennvorrichtung 14 trennt das Rohr am vorderen und ggfs. auch am hinteren Ende sauber ab. Die Coilvorrichtung 15 wickelt das Rohr 5 in einen Korb oder auf einen Entnahmetisch, wobei das Coil mit einer Tangente ausgestattet werden kann, um sie Weiterverarbeitung zu erleichtern.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen von Rohren aus Kupfer oder Kupferlegierungen durch Kaltpilgerwalzen eines Hohlkörpers in einem Walzwerk mit hin- und hergehendem Walzgerüst mit darin befindlichen zwangsangetriebenen kalibrierten Walzen, mit absatzweisem Vorschub und/oder Drehung des Rohres im Bereich einer oder beider Totpunkte, bei dem die zyklisch ungleichmäßige Vorschub-/Austrittsgeschwindigkeit des ausgewalzten Rohres in einer Pufferzone in eine konstante Auslaufgeschwindigkeit umgewandelt wird und das Rohr in einem mit konstanter Geschwindigkeit arbeitenden Treibapparat gegen Torsion gehalten wird, dadurch gekennzeichnet, daß das gegen Torsion gehaltene und mit konstanter Geschwindigkeit auslaufende kaltgepilgerte Rohr On-Line-rekristallisationsgeglüht wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das rekristallisationsgeglühte Rohr in an sich bekannter Weise aufgewickelt wird.
3. Anlage zum Herstellen von Rohren aus Kupfer oder Kupferlegierungen durch Kaltpilgerwalzen eines Hohlkörpers in einem Walzwerk mit hin- und hergehendem Walzgerüst mit darin befindlichen zwangsangetriebenen kalibrierten Walzen mit absatzweisem Vorschub und/oder Drehung des Rohres im Bereich eines oder beider Totpunkte, bei dem die zyklisch ungleichmäßige Vorschub-/Austrittsgeschwindigkeit des ausgewalzten Rohres in einer Pufferzone in eine konstante Auslaufgeschwindigkeit umgewandelt wird und das Rohr in einem mit konstanter Geschwindigkeit arbeitenden Treibapparat gegen Torsion gehalten wird, gekennzeichnet durch die Anordnung einer Durchlaufglühvorrichtung (12) mit anschließendem Abkühlteil (13) im An-

schluß an den mit konstanter Geschwindigkeit arbeitenden Treibapparat (7),

4. Anlage nach Anspruch 3,  
dadurch gekennzeichnet, 5  
daß im Anschluß an den Abkühlteil (13) der  
Durchlaufglühvorrichtung (12) eine Coilvorrich-  
tung (15) für das Rohr (5) angeordnet ist, der  
eine Trennvorrichtung (14) für das Rohr (5)  
vorgeordnet ist. 10
5. Anlage nach Anspruch 3,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß der Durchlaufglühvorrichtung (12) eine  
Verschlußvorrichtung (8) für den Rohranfang 15  
vorgeordnet ist.

20

25

30

35

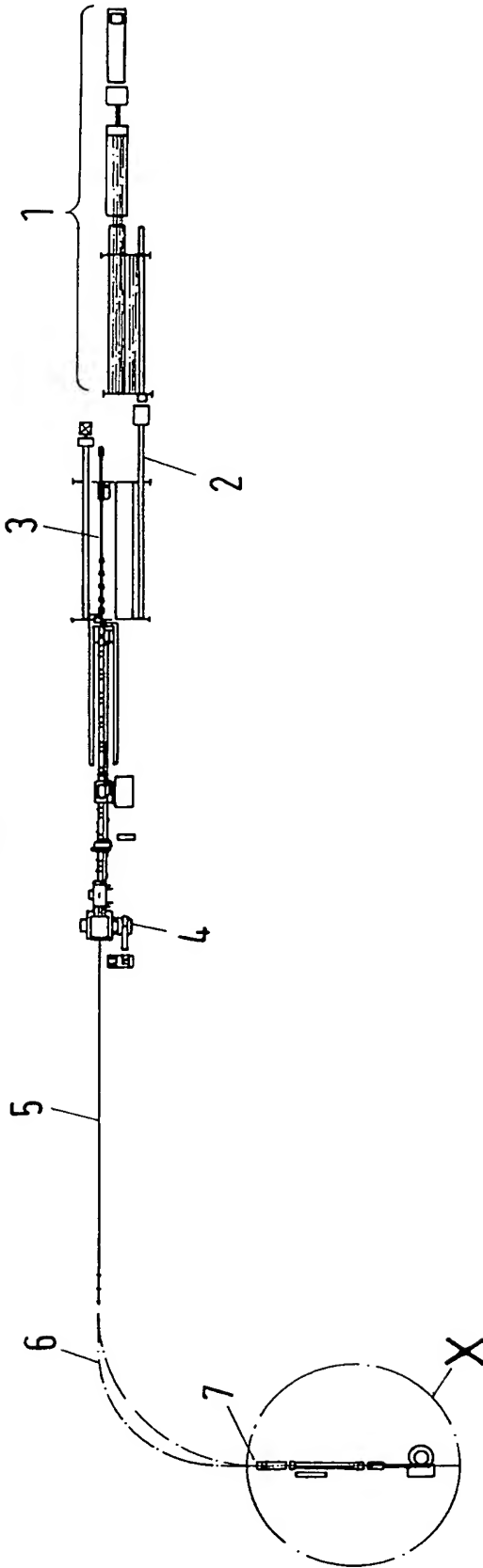
40

45

50

55

Fig. 1



2

Fig. 2  
(X)

